ChinaXiv合作期刊

第 28 卷 第 1 期
2016年 1 月
腐蚀科学与防护技术
CORROSION SCIENCE AND PROTECTION TECHNOLOGY
Vol.28 No.1
Jan. 2016

经验交流

井下管柱腐蚀分析及缓蚀剂应用

刘 杰 李建东 尹志福 张永强 方晓君

陕西延长石油 (集团) 有限责任公司研究院 西安 710075

摘要: 通过对靖边油田某区块油井采出水的水质分析,结合室内腐蚀实验测定油井管柱在现场采出水中的腐蚀速率,并进行了现场加注应用。结果表明:该区块油井采出水中腐蚀性介质 (溶解氧、CO_2、H_2S、Cl^-) 含量均较高,平均腐蚀速率较高,对油井管材造成了严重腐蚀;缓蚀剂加注后采出水中总铁离子含量、修井作业次数以及油管、抽油杆更换数量等大幅下降,表明了该缓蚀剂能有效减缓井下管柱的腐蚀。

关键词: 管柱腐蚀 采出水 腐蚀速率 缓蚀剂

中图分类号: TG172 **文献标识码:** A **文章编号:** 1002-6495(2016)01-0095-02

chinaXiv:202303.10504v1

1 前言

目前靖边油田老区油井综合含水量不断上升,采出水矿化度升高,并伴有大量的侵蚀性物质 (如 CO_2、H_2S、Cl^-、溶解氧和细菌等) 存在,这些物质及其交互作用使得生产井井筒腐蚀与结垢日益严重,随之引发了输送管线及设备的事故不断发生。靖边油田井筒管柱的腐蚀已经严重影响了生产的正常运行,并且带来了高额的修井和材料更换费用,严重的甚至致使油井报废。如果不加以重视,还将导致安全、环保等方面的重大事故[1,2]。本文以该油田腐蚀严重的生产井井筒为研究对象,测试并分析了油井采出水的性质,同时进行了室内腐蚀速率测试试验和缓蚀剂应用评价[3]。

2 实验方法

实验方法参照 SY/T5329-94《碎屑岩油藏注水水质推荐指标及分析方法》。利用 pH200 微电脑便携式酸度测定仪测定溶液的 pH 值;Specord Plus 紫外可见分光光度计测量溶液中总 Fe 的含量;使用 DO-HX-1.0 型测氧管及时进行溶解氧含量测定;ICS-5000 多功能型离子色谱仪测量溶液中阴阳离子的含量。

对部分油井采出水进行现场取样,在室内进行了腐蚀挂片实验。参照 SY/T0029-1999《水腐蚀性测试方法》,取油井采出水中分离水,放置于不锈钢容器中,腐蚀挂片材质为 J55 (同油管材质一致),设置实验温度为 40 ℃,实验时间为 120 h,实验结束后经除膜、称重,计算腐蚀速率。

根据油区的生产工况及腐蚀环境特点,自主研发的抗 CO_2/H_2S 的 YC-HS-01 缓蚀剂采用间歇式人工加药的加注方式。加药周期初步确定为 15 d,即 15 d 添加 1 次,第一次加药 4~5 桶 (每桶 25 L),第二次加药 3~4 桶,以后每次添加 1~2 桶。加药后对现场实验井采出水的总铁量及现场腐蚀挂片的腐蚀速率进行跟踪测试。

3 实验结果

3.1 油井采出水水质分析

对选定的部分试验井采出水进行分析,从而掌握某区块采出水性质,分析结果见表 1。

表 1 数据表明,采出水的主要特点为矿化度高,较多都在 20000 mg/L 以上,Cl^- 含量高,平均在 2000 mg/L 以上。油井采出水溶解 O 含量都在 0.10 mg/L 以上,远远高出相关标准中 0.05 mg/L 的要求,说明存在较为严重的氧腐蚀;S 含量大部分都在 100 mg/L 以上,也存在 S 腐蚀的风险;测试结果显示侵蚀性 CO_2 的存在,超出 $-1 \leqslant CO_2 \leqslant 1$ 标准。另外,采出水中总铁离子含量也较高,说明这些井下存在严重的 O、S 及 CO_2 腐蚀。

3.2 室内腐蚀速率测试

现场腐蚀挂片的目的是通过试验井井筒挂片实验,真实地反映井筒采出水的腐蚀性。通过对部分油井采出水进行室内腐蚀挂片实验,得出其腐蚀速率。在 0.199~0.386 mm/a 之间,均超出了 0.076 mm/a 的标准要求,表明油井的采出水水介质腐蚀性普遍较强。

采出水的分析数据表明,矿化度、H_2S、游离 CO_2、CO_3^{2-}、HCO_3^- 及溶解氧浓度高,腐蚀的主要原因

定稿日期: 2015-03-18
作者简介: 刘杰,男,1985 年生,工程师
通讯作者: 李建东,E-mail: sxheu@126.com,研究方向为油田腐蚀与防护
DOI: 10.11903/1002.6495.2015.005

ChinaXiv合作期刊

表1 20口生产油井采出水水质分析数据

井号	pH值	总S含量 mg·L^{-1}	溶解氧 mg·L^{-1}	总Fe含量 mg·L^{-1}	CO_2 mg·L^{-1}	Mg^{2+} mg·L^{-1}	Ca^{2+} mg·L^{-1}	Cl^- mg·L^{-1}	SO_4^{2-} mg·L^{-1}	矿化度 mg·L^{-1}
1	7.86	100	0.10	37.325	7.6	485.47	1719.83	27402.8	371.8	45597.27
2	7.89	125	0.10	32.803	6.4	419.59	1779.15	30121.97	301.83	50026.23
3	7.96	300	0.10	31.182	11.3	341.8	672.14	16780.28	0.03	30248.47
4	7.94	100	0.10	48.861	沉淀	359.79	1531.86	25715.75	242.84	42841.88
5	8.05	90	0.10	51.020	沉淀	389.69	1482.56	25663.78	640.07	43430.12
6	7.91	90	0.10	86.901	3.1	389.69	1433.26	26402.50	82.32	43829.68
7	7.92	35	0.15	61.468	沉淀	353.71	1462.92	26641.22	26.07	43699.95
8	8.50	550	0.10	37.772	7.4	80.93	103.77	5441.36	2531.25	17004.52
9	8.06	200	0.10	56.654	5.6	179.85	237.19	15972.83	373.17	30226.81
10	9.02	70	0.10	40.863	4.9	119.9	49.42	15286.18	120.73	27967.88
11	8.61	80	0.10	67.238	3.4	79.42	46.93	9359.12	572.1	18035.87
12	9.02	350	0.10	8.154	13.5	1.43	9.42	1923.89	790.24	19711.56
13	9.30	300	0.10	23.052	11.1	14.99	9.88	3353.82	567.99	20604.54
14	9.25	400	0.10	5.007	8.7	6.00	7.42	1814.70	591.31	19162.3
15	9.01	300	0.15	4.214	8.5	17.99	14.83	2324.00	1027.59	20265.77
16	9.30	1000	0.10	20.537	17.4	7.05	7.45	2164.42	731.25	19872.81
17	9.09	600	0.10	16.080	10.7	3.75	4.94	2190.79	27.44	20635.43
18	8.99	1000	0.10	19.021	18.4	31.48	22.24	5996.69	1894.67	26492.63
19	9.15	350	0.10	18.201	14.4	62.94	24.71	4846.17	2059.3	13704.96
20	8.88	300	0.15	23.214	7.5	29.97	18.83	1788.42	1126.37	7926.46

是由CO_2、H_2S在Cl^-、溶解氧共同作用引起的局部腐蚀。由于多种腐蚀因素的交互作用，进一步加剧了井下管柱的腐蚀。

4 缓蚀剂现场应用

根据该区块的腐蚀特点，选取了部分油井作为实验井，采用间歇式人工方式由油套环空冲击式加入该缓蚀剂，并对实验井采出液的总铁含量进行跟踪监测发现，随着缓蚀剂的增加，油井采出水中总铁离子的含量呈逐渐下降的趋势，总铁离子含量下降率都达到85%以上。采出水中总铁离子的含量下降，说明井下管柱的腐蚀速率在减小[4]。

咪唑啉化合物是采油系统中优良的缓蚀剂之一，而抗H_2S/CO_2缓蚀剂是利用咪唑啉与季胺盐吸附离子在金属表面上能够形成一种介于吸附膜和化合物膜之间的表面膜脱附速度缓慢的性质，分别合成咪唑啉GF-1和炔氧甲基季胺盐FF-1，继而通过调整季胺化合物与咪唑啉的比例，使之在具有高缓蚀性能的同时具有低的乳化活性，同油田使用的破乳剂、防蜡剂等有较好的配伍性能，不影响油水分离效率，且不随油、气采出过程而损耗，能够在相当长的一段时间内保持足够的缓蚀效率。

通过跟踪监测数据表明，油井投加缓蚀剂后，有效地降低了井下管柱的腐蚀[5]。

5 结论

(1) 油井采出水中腐蚀性介质 (溶解氧、CO_2、H_2S、Cl^-) 含量均较高，油套管腐蚀主要是由溶解氧、CO_2、H_2S及Cl^-等共同作用下引起的局部腐蚀。

(2) 室内挂片腐蚀实验测试的腐蚀速率均大大超出了0.076 mm/a的标准。

(3) 实验油井在加入缓蚀剂后，采出水中的总Fe含量有不同程度下降，同时也表明该缓蚀剂起到了良好的保护作用。

参考文献

[1] 崔维兰, 徐耀平, 田东恩等. 某油田油水井保护井筒技术研究 [J]. 中国西部科技, 2008, 32: 7

[2] 李金灵, 朱世东, 屈撑囤等. J55油套管钢腐蚀影响因素研究 [J]. 腐蚀科学与防护技术, 2014, 26(1): 60

[3] 刘月学, 刘烈炜, 董猛等. 缓蚀剂分子结构与抗硫性能及其缓蚀机理研究 [J]. 中国腐蚀与防护学报, 2012, 32(2): 151

[4] 肖利亚, 乔卫红. 咪唑啉类缓蚀剂研究和应用的进展 [J]. 腐蚀科学与防护技术, 2009, 21(4): 397

[5] 郭稚弧. 缓蚀剂及其应用 [M]. 武汉: 华中工学院出版社, 1987

chinaXiv:202303.10504v1

